

# **PENERAPAN *ENTERPRISE APPLICATION INTEGRATION* SEBAGAI MODEL INTEGRASI SISTEM INFORMASI DI UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**

**Gede Karya**

*Fakultas Teknologi Informasi dan Sains, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung - 40141*  
E-mail: [gkarya@unpar.ac.id](mailto:gkarya@unpar.ac.id)

## **ABSTRAK**

*Pengembangan sistem informasi untuk memenuhi kebutuhan perguruan tinggi saat ini semakin marak. Melihat skala dan kompleksitasnya, sistem informasi perguruan tinggi, khususnya dengan student body 10 ribu lebih dapat dikategorikan sebagai sistem informasi enterprise. Pada pengembangan sistem informasi enterprais, strategi bertahap dalam kurun waktu yang panjang, menimbulkan versi aplikasi yang banyak. Sehingga mengintegrasikan aplikasi dalam rentang versi teknologi yang berbeda menjadi kendala, jika menggunakan prinsip integrasi yang menyatukan teknologi. Oleh karena itu, pada makalah ini dibahas tentang bagaimana strategi integrasi aplikasi menggunakan pendekatan enterprise application integration (EAI). Dengan menggunakan EAI, integrasi dapat dilakukan di tingkat data/ informasi, presenasi/ akses dan fungsional/ proses bisnis. Pola yang diterapkan juga dapat memilih pola mediasi maupun federasi. Pada kasus Universitas Katolik Parahyangan (UNPAR) diterapkan integrasi di sisi data menggunakan prinsip data integration dengan proses ETL (extract-transform-load) dan data warehousing. Integrasi di sisi proses bisnis diterapkan dengan workflow dan dari sisi presentasi menggunakan pola federasi dengan menggunakan web portal. Dari model integrasi yang diusulkan diinventarisasi portofolio teknologi free open source software (FOSS) yang dapat digunakan untuk mengimplementasikan model tersebut.*

**Kata kunci:** *enterprise information system, integration, EAI, ETL, workflow, web portal*

## **1. PENDAHULUAN**

Pengembangan sistem informasi untuk memenuhi kebutuhan perguruan tinggi saat ini semakin marak. Melihat skala dan kompleksitasnya, sistem informasi perguruan tinggi, khususnya dengan *student body* 10 ribu atau lebih dapat dikategorikan sebagai sistem informasi enterprise. Hal ini juga berlaku bagi Universitas Katolik Parahyangan (UNPAR). Pengembangan yang bertahap dalam kurun waktu yang panjang, menimbulkan versi aplikasi yang banyak, sehingga mengintegrasikan aplikasi dalam rentang versi teknologi yang berbeda menjadi kendala. Kendala akan muncul lebih besar lagi jika menggunakan sudut pandang penyatuan teknologi untuk semua aplikasi.

EAI, merupakan suatu kerangka kerja integrasi aplikasi, banyak diterapkan untuk mengintegrasikan sistem dengan usaha minimal dalam memodifikasi aplikasi eksisting. Hal ini diterapkan pada pada [1], dengan membentuk model dinamis agar dapat menggabungkan teknologi baru ke dalam teknologi eksisting dengan biaya yang minimal dan waktu yang tidak lama. Model pada [1] berlaku untuk kasus B2B (*Business to Business*) maupun untuk B2C (*Business to Consumers*). Pada [2] model serupa juga diterapkan untuk mengintegrasikan sistem dokumen management, *business intelligence* dan aplikasi eksisting dalam membentuk sistem manajemen pengambilan keputusan terintegrasi di Bappenas RI pada tahun 2009. Hal ini juga digunakan di UNPAR dalam mengintegrasikan aplikasi Finger Print ke dalam Sistem Informasi Kepegawaian pada tahun 2010 dengan hasil baik [3].

Oleh karena itu, pada makalah ini dibahas tentang bagaimana EAI dapat diterapkan lebih luas untuk mengintegrasikan aplikasi di berbagai sisi dalam membentuk sistem informasi terintegrasi di perguruan tinggi khususnya sebagai model integrasi aplikasi perguruan tinggi di UNPAR.

## **2. METODOLOGI**

Untuk menyelesaikan masalah di atas, maka digunakan metode sebagai berikut:

- 1) Kajian pustaka tentang EAI.
- 2) Analisis kondisi eksisting sistem informasi perguruan tinggi, khususnya UNPAR.
- 3) Mengusulkan model integrasi berdasarkan konsep EAI dan kondisi eksisting dan kebutuhan UNPAR.
- 4) Menginventarisasi teknologi yang mungkin dapat digunakan untuk mengimplementasikan model strategi integrasi yang dirumuskan. Teknologi lebih ditekankan pada yang memiliki lisensi *free open source* (FOS).

Uraian pada makalah ini dibatasi sampai pada model dan inventarisasi portofolio teknologi yang dapat digunakan dalam mengimplementasikan model integrasi yang diusulkan.

### 3. ENTERPRISE APPLICATION INTEGRATION

#### 3.1. Definisi dan Ilustrasi

*Enterprise Application Integration* atau disebut EAI, adalah proses mengintegrasikan/ menghubungkan aplikasi dalam satu organisasi bersama dalam rangka untuk menyederhanakan dan mengotomasi proses bisnis seluas mungkin, sementara pada saat yang sama menghindari keharusan membuat perubahan besar terhadap aplikasi yang ada [4]. Grup Gartner mengatakan "EAI adalah berbagi data tak terbatas dan menghubungkan aplikasi proses bisnis dalam suatu perusahaan" [5].

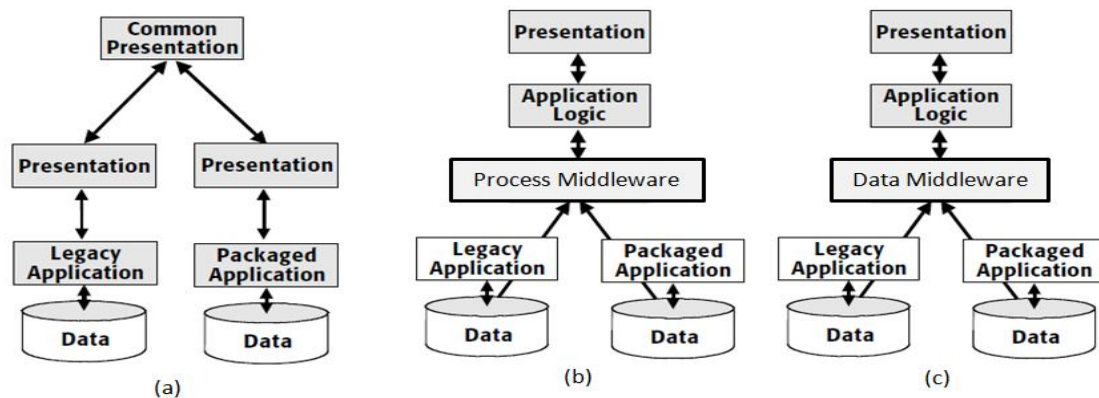
Salah satu tantangan besar EAI adalah adanya perbedaan kondisi lingkungan dari sistem yang perlu dihubungkan bersama. Perbedaan tersebut mencakup: 1) sistem operasi, 2) solusi database, 3) bahasa pemrograman yang digunakan. Dalam beberapa kasus adalah sistem warisan (lama) yang tidak lagi didukung oleh vendor pembuatnya [6].

Jika integrasi diterapkan tanpa mengikuti pendekatan EAI, koneksi *point-to-point* (p2p) tumbuh di seluruh organisasi. Ketergantungan akan bertambah secara spontan, hingga berantakan dan kusut. Ini biasanya disebut sebagai *spaghetti*, dalam pemrograman sama dengan "*spaghetti code*". Sebagai contoh, banyaknya koneksi yang dibutuhkan untuk menghubungkan  $n$  titik secara penuh adalah  $\frac{n(n-1)}{2}$ . Dengan demikian, jika ada 10 aplikasi yang diintegrasikan dengan pendekatan p2p maka diperlukan 45 koneksi.

#### 3.2. Model Integrasi dalam EAI

Ada 3 model integrasi dalam EAI [4], seperti dapat dilihat pada gambar 1, antara lain:

- 1) *Presentation Integration* (gambar 1.a). Sistem EAI bisa menjadi *front-end* dari sekelompok aplikasi, menyediakan antarmuka akses tunggal yang konsisten ke aplikasi lain dan melindungi pengguna dari harus belajar untuk berinteraksi dengan paket perangkat lunak yang berbeda-beda.
- 2) *Function integration* (gambar 1.b). Integrasi dapat dilakukan pada tingkat bisnis proses yang terimplementasi dalam kode program. Integrasi dapat menggunakan model antarmuka (*Application Programming Interface* atau API) maupun antarmuka khusus berupa *middleware* sebagai mediator.
- 3) *Data (information) integration* (gambar 1.c). Dalam hal ini diperlukan adanya mediator sebagai pihak yang mengintegrasikan data dari beberapa aplikasi. Mediator harus menjamin bahwa data yang berada di beberapa aplikasi konsisten. Ini juga dikenal sebagai *Enterprise Information Integration* (EII).



Gambar 1: Model Integrasi pada EAI

#### 3.3. Pola Penerapan dan Topologi

Ada beberapa pola penerapan EAI, diantaranya:

- 1) **Mediasi**. Pada pola mediasi, sistem EAI bertindak sebagai perantara (*interface*) beberapa aplikasi. Setiap kali sebuah peristiwa penting terjadi dalam aplikasi (misalnya: informasi baru dibuat, transaksi baru selesai, atau kejadian lainnya) modul integrasi dalam sistem EAI diberitahu. Modul kemudian menyebarkan perubahan ke aplikasi lain yang relevan.
- 2) **Federasi**. Pada pola federasi, sistem EAI bertindak sebagai fasad menyeluruh di beberapa aplikasi. Semua event dari eksternal ke salah satu aplikasi akan diterima oleh *front-end* sistem EAI. Sistem EAI dikonfigurasi untuk mengekspos hanya informasi yang relevan dan *interface* dari aplikasi eksternal, dan melakukan semua interaksi dengan aplikasi atas nama aplikasi eksternal tersebut.

Kedua pola di atas sering digunakan secara bersamaan. Sistem EAI yang sama bisa menjaga beberapa aplikasi di-*sync* (mediasi), sedangkan melayani permintaan dari pengguna eksternal terhadap aplikasi ini (federasi). EAI mendukung pola akses *asynchronous* dalam kasus mediasi, dan *synchronous* dalam kasus federasi. Dari sisi *lifetime*, operasi integrasi bisa dalam *short-lived* (misalnya, menyimpan data di-*sync* di dua aplikasi yang dapat diselesaikan dalam satu detik) atau *long-lived* (misalnya: sistem EAI berinteraksi dengan aplikasi *workflow* untuk persetujuan pinjaman yang berjalan sampai beberapa jam atau hari untuk menyelesaikan).

Ada 2 topologi utama, yang masing-masing memiliki keuntungan dan kerugian, yaitu:

- 1) **Hub-and-spokes**. Pada topologi ini sistem EAI adalah pusat (*hub*), dan berinteraksi dengan aplikasi-aplikasi melalui *spokes*.
- 2) **Bus**. Pada model ini sistem EAI adalah *bus* (atau diimplementasikan dalam bentuk *resident module* pada *existing message bus* atau *message-oriented middleware*).

## 4. ANALISIS MASALAH DAN USULAN MODEL

### 4.1. Analisis Kondisi Eksisting

Universitas Katolik Parahyangan (UNPAR) merupakan salah satu perguruan tinggi swasta besar di Bandung. UNPAR berdiri pada tahun 1955, saat ini memiliki 7 fakultas dengan 18 program studi. Untuk operasional, UNPAR telah mengembangkan teknologi informasinya baik dari infrastruktur jaringan, pusat data, perangkat keras dan perangkat lunak aplikasi untuk sistem informasi.

Arsitektur aplikasi sistem informasi (SI) UNPAR dapat dilihat pada gambar 2. Pada gambar tersebut terlihat bahwa, saat ini UNPAR telah memiliki banyak aplikasi, yaitu:

- 1) SI Akademik, selanjutnya disebut SIA. Mencakup semua fungsi akademik, dari mulai seleksi dan penerimaan mahasiswa baru, registrasi mahasiswa (FRS), pelaksanaan perkuliahan, sistem penilaian dan administrasinya, pendaftaran skripsi, sampai dengan wisuda.
- 2) SI Keuangan, selanjutnya disebut SIK, mencakup proses penganggaran, pembelian, kas, akuntansi dan pelaporan.
- 3) SI Kepegawaian, selanjutnya disebut SISDM, mencakup fungsi kepegawaian, mulai dari administrasi kepegawaian, kehadiran, payroll.
- 4) Web site Unpar, yang menjadi pusat publikasi bagi universitas yang dikelola oleh Humas, dan masing-masing bagian dikelola oleh unit kerja masing-masing.
- 5) Web site Lembaga Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat (LPPM). Dikelola khusus oleh LPPM sebagai media komunikasi dengan para peneliti.
- 6) Web site Pusat Pendidikan Berkelanjutan (PBB). Untuk publikasi layanan pendidikan informal seperti kursus bahasa Inggris, test TOEFL dan bursa kerja.
- 7) Web site kantor internasional (IO). Sebagai situs untuk hubungan kerjasama internasional dengan pihak luar universitas.
- 8) E-learning moodle, untuk proses pembelajaran, sharing material, tugas yang digunakan oleh banyak dosen dalam mendukung proses perkuliahan.
- 9) E-doc, untuk penyimpanan dokumen kerja berbasis HTTP, sehingga dapat diakses dari jaringan global.
- 10) Webmail, menggunakan IMP Horde untuk akses email dari dalam maupun dari luar kampus,
- 11) Sistem Finger Print, untuk mencatat kehadiran karyawan.

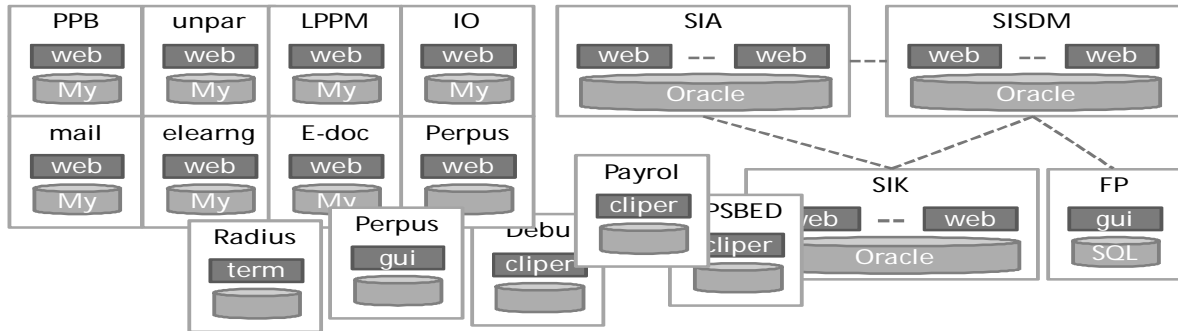
Dari sisi teknologi aplikasi, sebagian aplikasi masih berjalan pada lingkungan Novel Netware menggunakan Clipper dan basis data DBF. Sebagian yang baru telah direkayasa- ulang menggunakan antar muka berbasis web, yang dikembangkan menggunakan PHP dan basis data Oracle. Situs web rata-rata menggunakan PHP dan MySQL sebagai basis data. Dari sisi otentifikasi menggunakan Radius server. Dari sisi basis data, sistem baru dengan sistem lama menggunakan basis data yang berbeda. Dalam kondisi saat ini, untuk setiap gajian diperlukan proses *copy* data dari satu sistem ke sistem lainnya. Dan hal ini kadang menimbulkan data yang tidak konsistensi, antara satu sistem dengan sistem yang lain. Secara skematik, arsitektur sistem informasi UNPAR dapat dilihat pada gambar 2.

Dari kondisi eksisting pada gambar 2, ingin dilakukan integrasi sedemikian rupa sehingga dapat memenuhi hal berikut:

- 1) Basis data dapat terintegrasi dalam arti setiap data hanya dapat dimasukkan oleh pihak tertentu saja (*single entry*). Setiap data dapat digunakan oleh semua proses bisnis yang memerlukannya (*referensi*). Dengan demikian data menjadi konsisten.
- 2) Data-data dari proses bisnis yang berbeda dapat dikonsolidasikan, sehingga dapat menyediakan informasi yang terintegrasi dalam rangka memberikan informasi yang menyeluruh dan multidimensi kepada eksekutif.
- 3) Proses-proses yang berada pada sistem informasi yang berbeda, namun memiliki hubungan dalam urutan/ ketergantungan kerja, dapat dihubungkan dalam rangkaian proses bisnis utuh. Sebagai contoh, dalam proses

pendaftaran ulang mahasiswa, maka ada proses di SIK yang berdampak pada proses di SIA. Demikian juga setiap kegiatan pengajaran dan sidang tugas akhir di SIA akan berdampak pada SIK dalam bentuk honor/ insentif pengajaran dan pengujian tugas akhir.

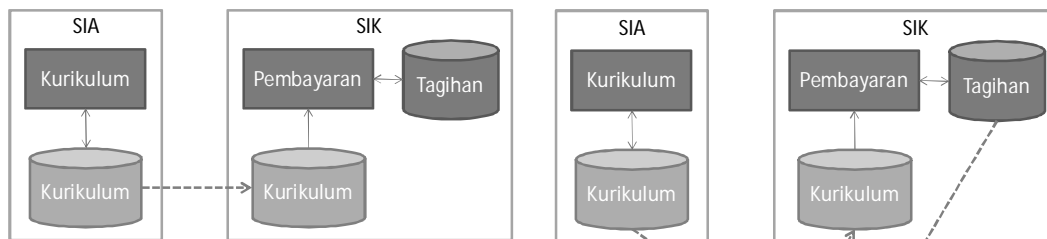
- 4) Dari sisi user, agar login hanya sekali dan dapat terdefinisi hak akses ke semua aplikasi sistem informasi yang ada.
- 5) User diharapkan merasa bahwa hanya ada satu aplikasi yang dapat menyediakan semua layanan sistem informasi. Dengan demikian tidak diperlukan proses training yang khusus untuk modul-modul baru yang diimplementasikan. Training diperlukan lebih ke proses bisnis dan prosedur kerja yang dilayani oleh suatu aplikasi sistem informasi.
- 6) Semua sistem dapat diakses secara bersama-sama oleh civitas akademika dengan kapasitas 700 pegawai, 350 dosen, 12 ribu mahasiswa.



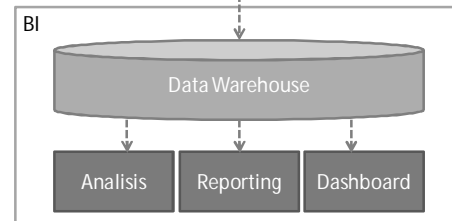
#### 4.2. Analisis Penerapan EAI

Dalam EAI dimungkinkan integrasi di tingkat data, proses dan *user interface*. Untuk memenuhi kebutuhan integrasi no 1) digunakan prinsip bahwa data hanya dapat dientri di satu sistem informasi saja. Misalnya data kurikulum, hanya dapat dientri pada aplikasi SIA. Proses-proses lainnya dapat mengakses data tersebut dengan model replikasi. Artinya data-data akan menggunakan replikasi searah untuk menjaga konsistensinya. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada gambar 3. Dengan model seperti pada gambar 3, akses data terhadap SIA tidak akan berpengaruh terhadap akses data di SIK. Akses operasional menggunakan konsep *online transaction processing* (OLTP).

Untuk kebutuhan 2) konsolidasi data, dapat diterapkan model integrasi data, khususnya model hub. Disediakan sebuah hub dengan fungsi *extract, transfer, load* (ETL) ke dalam suatu gudang data (*data warehouse*). Model integrasi ini dapat dilihat pada gambar 4. Dengan model pada gambar 4, akses aplikasi pada SIA dan SIK tidak saling bergantung, demikian juga dengan akses reporting yang menggunakan proses analisis, biasanya memerlukan akses kompleks dan dalam waktu yang panjang (OLAP).

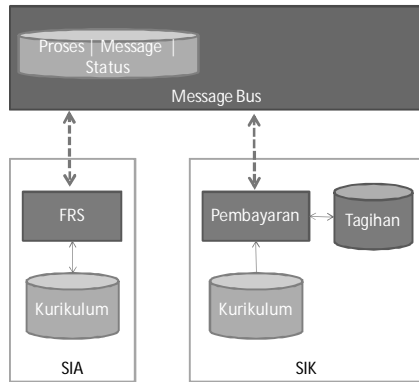


Gambar 3: Replikasi data Kurikulum pada SIA dan SIK menjamin ketersediaan data bagi proses SIK secara independent

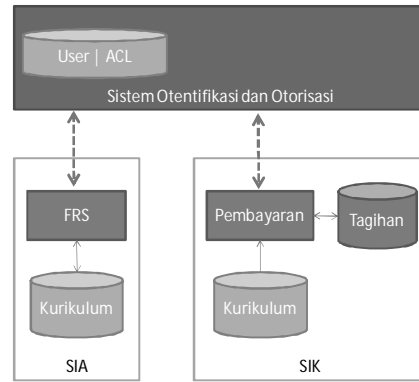


Gambar 4: Integrasi data dengan ETL

Untuk kebutuhan 3) di mana setiap proses yang merupakan rangkaian pekerjaan (*workflow*) harus dapat berkomunikasi memberikan statusnya pada proses selanjutnya dapat diintegrasikan dengan model *messaging*. Dalam konteks ini disediakan sistem message yang menggunakan model bus. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5: Integrasi Proses melalui *Message Bus*

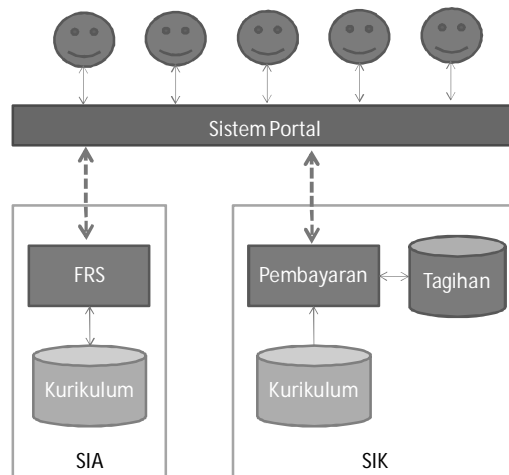


Gambar 6: Otentifikasi dan Otorisasi Terpusat

Pada gambar 5 dapat dilihat bahwa, untuk setiap FRS yang dilaksanakan, maka akan membangkitkan pesan ke sistem pembayaran. Sistem pembayaran akan menghitung tagihan sesuai dengan kurikulum dan pesan pengambilan mata kuliah dari FRS.

Untuk menangani kebutuhan 4) diperlukan suatu sistem otentifikasi yang terpusat. User hanya diotentifikasi sekali, kemudian didefinisikan otoritasnya. Berdasarkan otoritas tersebut aplikasi dapat diakses. Model ini dapat dilihat pada gambar 6.

Sedangkan untuk menangani kebutuhan 5) bahwa user hanya melihat sebagai satu sistem dapat ditangani dengan menggunakan model portal. Lebih jelas dapat dilihat pada gambar 7.



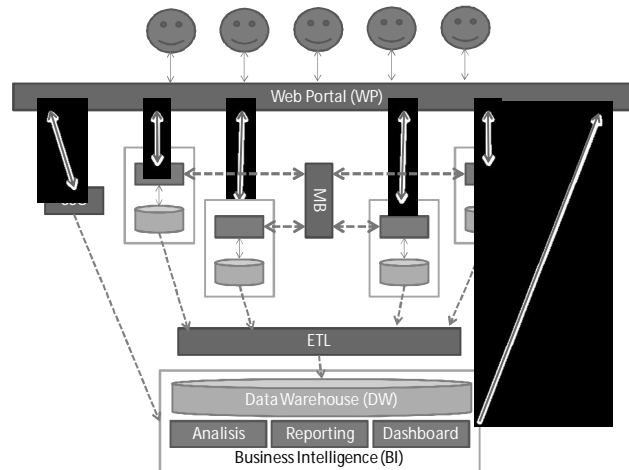
Gambar 7: Sistem Portal

Penerapan keseluruhan strategi integrasi dan potensi teknologi yang dapat diterapkan dapat dilihat pada bagian Hasil.

## 5. HASIL

### 5.1. Model Integrasi Sistem Informasi Unpar Menggunakan EAI

Berdasarkan analisis kondisi eksisting dan model EAI. Maka dihasilkan model/ arsitektur sistem informasi terintegrasi yang dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8: Model Integrasi Sistem Informasi menggunakan EAI

Pada gambar 8, aplikasi sistem informasi memiliki komponen proses dan data. Integrasi proses dilakukan dengan pola mediasi menggunakan model bus. Dalam hal ini menggunakan *message bus* (MB). Dengan model ini, setiap proses yang dieksekusi dan menimbulkan dampak ke proses lain akan mengirimkan pesan ke proses tujuan melalui MB. Dengan MB memungkinkan untuk mengirimkan 1 atau lebih pesan dari suatu proses ke proses lainnya.

Integrasi data dilakukan dalam 2 hal, yaitu: 1) dalam konteks suatu data yang dihasilkan oleh suatu proses menjadi sumber data bagi proses lain, 2) konsolidasi data untuk mendukung sistem *business intelligence* (BI). Kedua konteks di atas dapat diintegrasikan dengan model mediasi menggunakan pola hub. Disediakan sebuah hub yang memiliki fungsi ETL. ETL dapat dilakukan dari satu data ke data lain, dan dari semua data ke *data warehouse* (DW).

Integrasi *user interface* dilakukan menggunakan pola federasi dengan suatu sistem *single sign on* (SSO) dan Web Portal (WP). Dengan demikian setiap user hanya cukup login satu kali saja, kemudian dapat mengakses semua aplikasi sesuai dengan definisi otoritasnya dalam *access control list* (ACL).

Dengan demikian, semua integrasi memerlukan MB, ETL, DW, BI, WP yang mendukung SSO.

## 5.2. Inventarisasi Teknologi untuk Menerapkan Strategi Integrasi

Untuk menerapkan model integrasi seperti pada gambar 8, diperlukan teknologi FOSS sebagai berikut:

- 1) *Message Bus* (MB) dapat menggunakan *message oriented middleware* (MOM). Contoh MOM yang dapat digunakan adalah Active MQ [7]. Penggunaan Active MQ memungkinkan integrasi aplikasi menggunakan *Java Messaging Service* (JMS) baik menggunakan pemrograman Java maupun PHP (menggunakan library STOMP).
- 2) ETL tools, dapat menggunakan teknologi *Pentaho Data Integration* atau Kettle [8] berikut kelengkapannya.
- 3) *Data Warehouse* (DW) dapat menggunakan MySQL[9] dan basis data yang lain seperti PostgreSQL yang mendukung model ini.
- 4) *Business intelligence* (BI) dapat menggunakan *Pentaho Business Intelligence* [10] dan kelengkapannya.
- 5) Portal dapat menggunakan ESUP [11] dengan menggunakan sistem *Central Authentication Service* (CAS) [12]. Dengan menggunakan CAS otentifikasi dilakukan satu kali saja (SSO), selanjutnya semua aplikasi akan menggunakan sistem tiket. Dengan model ini password pengguna hanya ter-*expose* sekali saja, yaitu pada saat otentifikasi ke sistem CAS. Dengan model ini akan meningkatkan sistem keamanan sekaligus meningkatkan kenyamanan pengguna.

Dengan menerapkan model dan strategi integrasi di atas, diharapkan seluruh sistem terintegrasi dalam konteks *business process*, *user interface* dan data dengan biaya akuisisi teknologi yang murah.

## 6. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian di atas, dapat disimpulkan:

- 1) EAI merupakan kerangka kerja (*framework*) yang memungkinkan integrasi berbagai aplikasi baik di tingkat data, fungsi (proses bisnis) maupun presentasi dengan usaha yang minimal.
- 2) EAI dapat diterapkan dalam mengkonstruksi model integrasi sistem informasi di perguruan tinggi khususnya UNPAR.

- 3) Integrasi dapat dicapai pada tingkat *bussiness process, presentation* dan data, sehingga dapat mewujudkan sistem informasi yang terintegrasi untuk meningkatkan efektifitas dan efisiensi pencapaian tujuan perguruan tinggi secara keseluruhan.
- 4) Dalam kasus UNPAR integrasi juga dapat digunakan untuk menghubungkan aplikasi eksisting (*legacy*) dengan aplikasi baru dengan tetap menjaga performa dari masing-masing aplikasi.

Dengan demikian model EAI dapat diterapkan sebagai model integrasi sistem informasi di perguruan tinggi khususnya UNPAR.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Nilanjan Banerjee, Ashish Chordia, Prabina Rajib, 2005, “*Seamless Enterprise Computing Using Enterprise Application Integration (EAI)*”, Journal of Services Research, Institute for International Management and Technology, Volume 5, Number 1, April-September 2005
- [2] Karya Gede, 2011, “*Strategi Integrasi Data dan Aplikasi Enterprais menggunakan EAI, studi kasus: DSS Bappenas*”, Proseding pada Seminar Teknik Informatika & Sistem Informasi (SeTISI) 2011, Bandung, 24 September 2011
- [3] Karya Gede, Wisnu A. Rumono, Tety Yuliaty, 2012, “*Penerapan Enterprise Application Integration (Eai) Dalam Mengintegrasikan Sistem Aplikasi Berbeda Platform, Studi Kasus: Integrasi Aplikasi Finger Print Dengan SIPEG Unpar*”, Proseding Seminar Komputer dan Elektro (SENAPUTRO) 2012, Surakarta, 10 Maret 2012
- [4] Wiliam A. Ruh, Franxis X. Maginnis, Wiliam J. Brown, 2001, “*Enterprise Application Integration*” John Willy & Sons, Inc.
- [5] Ganter Group, 2001, “*Report for AIIM International, "Enterprise Applications: Adoption of E-Business and Document Technologies, 2000-2001: Worldwide Industry Study"*
- [6] Gable, Julie, 2002, “*Enterprise Application Integration*”. Information Management Journal. [http://findarticles.com/p/articles/mi\\_qa3937/is\\_200203/ai\\_n9019202](http://findarticles.com/p/articles/mi_qa3937/is_200203/ai_n9019202)., diakses terakhir tanggal 5 April 2002
- [7] Active MQ, <http://activemq.apache.org/>, diakses terakhir tanggal 10 Desember 2011
- [8] Pentaho Data Integration, <http://www.pentaho.com/explore/pentaho-data-integration/>, diakses terakhir tanggal 10 Desember 2011
- [9] MySQL, <http://www.mysql.com/>, diakses terakhir tanggal 10 Desember 2011
- [10] Pentaho Business Intelligence, <http://www.pentaho.com/>, diakses terakhir tanggal 10 Desember 2011
- [11] ESUP Portal, <http://www.esup-portail.org>, diakses terakhir tanggal 10 Desember 2011
- [12] Central Authentification Service (CAS) <http://www.jasig.org/cas>, diakses terakhir tanggal 10 Desember 2011